

石巻市中心部を対象にした津波災害時医療搬送のエージェントベース解析

東北大学工学部 学生会員 ○阿部 倖太
 東北大学災害科学国際研究所 正 会 員 マス エリック
 東北大学災害科学国際研究所 正 会 員 越村 俊一

1. 序論

災害時に行われる災害対応においては、関係機関の効率的な連携が重要となる。そこで、災害時の人間の対応とそれらの相互作用をシミュレーションする手段として、エージェントベースのシミュレーションが行われている。例えば、医療搬送のシミュレーションを行うことで、効率的な災害搬送の動き方を事前に確認・検討することができ、最適な災害対応を行うことができる。

本研究では、シミュレーションソフトウェアAnyLogicを用いて、東日本大震災時の石巻市中心部を対象にエージェントベースモデル（Agent-Based Model, 以下ABM）による津波災害時医療搬送モデルを構築した。また、石巻赤十字病院へ搬送された実際の被災者数の記録から、モデルの対象地域から搬送されたであろう被災者数を推定し、シミュレーション結果と比較することでモデルの有効性を考察した。

2. 被災者搬送モデルの構築

(1) 対象地域

東日本大震災の被害が大きかった地域の一つに、死者3,562人の被害を受けた宮城県石巻市がある(石巻市, 2017)。石巻市は津波により市内に浸水範囲が広がり、医療施設も大きな被害を受け、石巻医療圏では浸水被害のなかった石巻赤十字病院が災害対応の拠点となった(石井, 2012)。

本研究では、石巻市中心部の石巻地区を対象地域に選り、災害時被災者搬送シミュレーションを行う。浸水地域内にのみ救助対象者が発生したと仮定し、東日本大震災の津波浸水記録から浸水0～2mの被害を受けた地域に被災者エージェントを設置させた。浸水2m以上の地域は家屋が流失してしまうことより被災者がその地点には留まりにくく、また浸水が残っているために救助活動が行えないと仮定し、対象地域から外した。シミュレーションの対象地域を図-1に示し、シミュレーション開始時点のエージェントの初期配置の一例を図-2に示す。

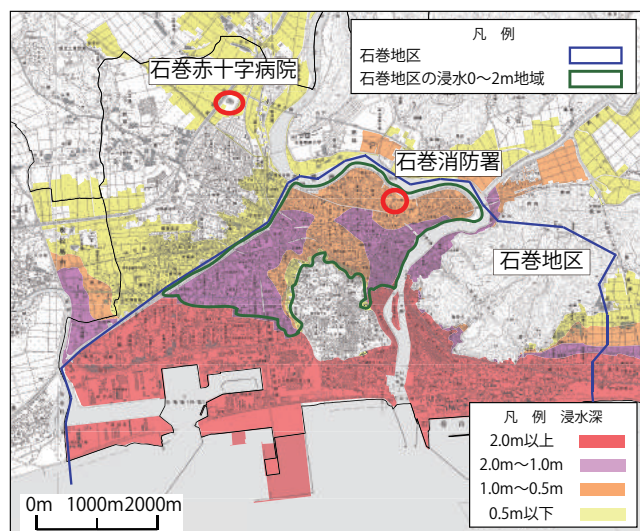


図-1 シミュレーションの対象地域
 （出展：石巻市の資料に加筆）



図-2 エージェントの初期配置の一例

(2) モデルの概要

対象時間は震災時に石巻市から津波が引いた後の3月11日16時から2日後の3月13日24時までの56時間とした。モデルの流れは、被災者の発生から、消防隊による探索、救急隊による搬送、DMATによる病院でのトリアージまでを行う。また、このモデルは荒木(2008)の災害救助モデルを参考に、東日本大震災の記録(JRCS, 2015)(ILAU, 2015)に沿って構築した。

キーワード：エージェントベースモデル、災害対応、津波災害

連絡先：仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 E302, TEL: 022-752-2082, FAX: 022-752-2083

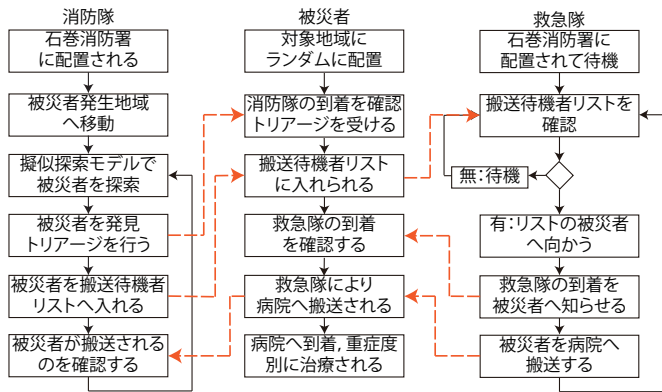


図-3 エージェントの相互作用

表-1 エージェントの役割・ルール

被災者	4クラスの重症度を設定・自力では行動できない			
消防隊	被災者を探索し救急隊に救助要請を行う			
救急隊	被災者の元に向かい病院へ搬送する			
DMAT	病院に搬送された被災者数を管理する			
エージェントの活動数		1日目	2日目	3日目
被災者(発生数) (人)	1,044			
消防隊 (隊)	2	16	26	
救急隊 (隊)	4	53	74	
DMAT (隊)	1	1	1	

a) ローラー作戦に基づく擬似探索モデルの構築

消防隊が被災者を探索する行動に関して、本研究ではローラー作戦に基づく擬似探索モデルを構築した。エリア毎に順に被災者を探索する方法で、エリア内の全ての被災者が発見し終えたら、次のエリアの探索に移るような設定をした。エリア内の探索方法については探索時間を用いた設定を行い、消防隊は連続一様分布により10～20分の探索時間をかけることでエリア内の1人の被災者を発見するように設定した。被災者を発見した消防隊はその地点へ向かい、被災者の救助を行うよう設定した。

(3) エージェントの行動

本研究ではモデルの中で行動するエージェントとして、被災者、消防隊、救急隊、DMAT、消防署、病院の6つを設定した。この内、消防署と病院はエージェントに指令を与える指令本部エージェントとして設定し、消防署は消防隊と救急隊に指令を与えるよう、病院はDMATへ指令を与えるように設定した。主なエージェントの相互作用の様子について図-3に示し、活動内容の一覧とエージェントの活動数を表-1に示す。活動内容については荒木(2008)をもとにILAU(2015)も参考にして構築した。活動数は震災時の記録(JRCS,2015)(ILAU,2015)をもとに対象地域の活動数を推定した。

3. シミュレーション結果と考察

実際の搬送者数(JRCS,2015)とシミュレーション結果に

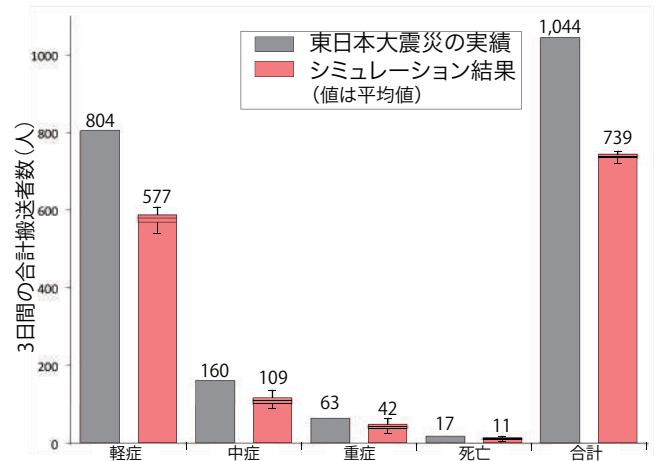


図-4 シミュレーションによる搬送者数と東日本大震災時の同地域の搬送者数

(出展：JRCS(2015)より作成)

よる搬送者数を比較する。シミュレーションの試行回数は75回とし、それらの平均値を解析結果とした。シミュレーションによる搬送者数の結果と東日本大震災時の同地域の搬送者数を図-4に示す。

結果を考察していく。各クラス毎の3日間の合計搬送数を見ると、各クラスとも約7割の精度で再現することができた。誤差が生じた理由としては、被災者の自力による行動を考慮していない点や、被災者の探索に擬似探索モデルを用いた点、浸水による道路の閉塞を考慮していない点が挙げられる。これらを考慮することで更なる精度の向上が見込めると考えられる。

4. 結論

本研究では、ABMにより東日本大震災時の石巻市中心部の被災者搬送の様子の再現を目指し、約7割の精度で再現することができた。また、構築したモデルのパラメータについて詳細に検討することで、石巻市中心部での様々な状態でのシミュレーションを簡単に行うことができる。本研究によりABMによる災害シミュレーションの有効性を確認することができた。

参 考 文 献

- 石巻市:『東日本大震災石巻市のあゆみ』2017,p.24
- 石井:『東日本大震災石巻災害医療の全記録』講談社 2012,p.19
- 荒木 (2008): マルチエージェントシミュレーションを用いた地震災害時多数傷病者搬送活動のモデル化に関する研究-2007年新潟県中越沖地震時の傷病者搬送活動を考慮した事例-, 地域安全学会論文集, Vol. 10, No. 11, pp.1 -9
- 日本赤十字社(JRCS):『東日本大震災-救護活動から復興支援までの全記録-』2015,pp.89 -113
- 石巻地区広域行政事務組合(ILAU):『東日本大震災3.11広域の消防活動記録』2015,pp.33 -50